

PCT/JP 03/03119

日 本 国 特 許 庁

JAPAN PATENT OFFICE

10.04.03

別紙添付の書類は下記の出願書類の謄本に相違ないことを証明する。  
This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年11月11日

出 願 番 号

Application Number:

PCT/JP02/11742

出 願 人

Applicant (s):

財団法人 理工学振興会

赤木 泰文

REC'D 16 MAY 2003

WIPO

PCT

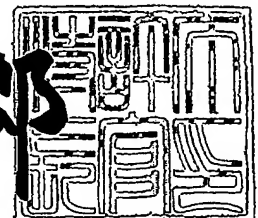
PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

2003 年 4 月 30 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

太田 信一郎



BEST AVAILABLE COPY

出証平 14-500101

# 受理官庁用写し

1/4

K900-PCT

特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用) - 印刷日時 2002年11月11日 (11.11.2002) 月曜日 16時07分57秒

0	受理官庁記入欄	PCT/JP 02/11742
0-1	国際出願番号	
0-2	国際出願日	11.11.02
0-3	(受付印)	PCT International Application 日 本 国 特 許 庁
0-4	様式-PCT/RO/101 この特許協力条約に基づく国際出願願書は、 右記によって作成された。	PCT-EASY Version 2.92 (updated 01.10.2002)
0-5	申立て 出願人は、この国際出願が特許協力条約に従って処理されることを請求する。	
0-6	出願人によって指定された受理官庁	日本国特許庁 (RO/JP)
0-7	出願人又は代理人の書類記号	K900-PCT
I	発明の名称	フィルタ装置
II	出願人	
II-1	この欄に記載した者は	出願人である (applicant only)
II-2	右の指定国についての出願人である。	米国を除くすべての指定国 (all designated States except US)
II-4Ja	名称	財団法人 理工学振興会
II-4en	Name	The Circle for the Promotion of Science and Engineering
II-5Ja	あて名:	152-8550 日本国 東京都 目黒区 大岡山 2 - 1 2 - 1
II-5en	Address:	2-12-1, Ookayama, Meguro-ku, Tokyo 152-8550 Japan
II-6	国籍 (国名)	日本国 JP
II-7	住所 (国名)	日本国 JP
III-1	その他の出願人又は発明者	
III-1-1	この欄に記載した者は	出願人及び発明者である (applicant and inventor)
III-1-2	右の指定国についての出願人である。	米国のみ (US only)
III-1-4Ja	氏名(姓名)	赤木 泰文
III-1-4en	Name (LAST, First)	AKAGI, Hirofumi
III-1-5Ja	あて名:	152-8550 日本国 東京都 目黒区 大岡山 2 - 1 2 - 1 東京工業大学内
III-1-5en	Address:	C/O Tokyo Institute of Technology 2-12-1, Ookayama, Meguro-ku, Tokyo 152-8550 Japan
III-1-6	国籍 (国名)	日本国 JP
III-1-7	住所 (国名)	日本国 JP



## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本(出願用) - 印刷日時 2002年11月11日 (11. 11. 2002) 月曜日 16時07分57秒

IV-1	代理人又は共通の代表者、通知のあて名 下記の者は国際機関において下記のごとく出願人のために行動する。	代理人 (agent)
IV-1-1ja	氏名(姓名)	石田 敬
IV-1-1en	Name (LAST, First)	ISHIDA, Takashi
IV-1-2ja	あて名:	105-8423 日本国 東京都 港区虎ノ門 三丁目5番1号 虎ノ門37森ビル 青和特許法律事務所
IV-1-2en	Address:	A. AOKI, ISHIDA & ASSOCIATES Toranomom 37 Mori Bldg., 5-1, Toranomom 3-chome, Minato-ku, Tokyo 105-8423 Japan
IV-1-3	電話番号	03-5470-1900
IV-1-4	ファクシミリ番号	03-5470-1911
IV-2	その他の代理人	筆頭代理人と同じあて名を有する代理人 (additional agent(s) with same address as first named agent)
IV-2-1ja	氏名	鶴田 準一; 土屋 繁; 西山 雅也; 樋口 外治
IV-2-1en	Name(s)	TSURUTA, Junichi; TSUCHIYA, Shigeru; NISHIYAMA, Masaya; HIGUCHI, Sotoji
V	国の指定	
V-1	広域特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	AP: GH GM KE LS MW MZ SD SL SZ TZ UG ZM ZW 及びハラレプロトコルと特許協力条約の締約国である他の国 EA: AM AZ BY KG KZ MD RU TJ TM 及びユーラシア特許条約と特許協力条約の締約国である他の国 EP: AT BE BG CH&LI CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE SK TR 及びヨーロッパ特許条約と特許協力条約の締約国である他の国 OA: BF BJ CF CG CI CM GA GN GQ GW ML MR NE SN TD TG 及びアフリカ知的所有権機構と特許協力条約の締約国である他の国
V-2	国内特許 (他の種類の保護又は取扱いを求める場合には括弧内に記載する。)	AE AG AL AM AT AU AZ BA BB BG BR BY BZ CA CH&LI CN CO CR CU CZ DE DK DM DZ EC EE ES FI GB GD GE GH GM HR HU ID IL IN IS JP KE KG KR KZ LC LK LR LS LT LU LV MA MD MG MK MN MW MX MZ NO NZ OM PH PL PT RO RU SC SD SE SG SI SK SL TJ TM TN TR TT TZ UA UG US UZ VC VN YU ZA ZM ZW

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本（出願用） - 印刷日時 2002年11月11日（11. 11. 2002）月曜日 16時07分57秒

V-5	指定の確認の宣言 出願人は、上記の指定に加えて、規則4.9(b)の規定に基づき、特許協力条約のもとで認められる他の全ての国の指定を行う。ただし、V-6欄に示した国の指定を除く。出願人は、これらの追加される指定が確認を条件としていること、並びに優先日から15月が経過する前にその確認がなされない指定は、この期間の経過時に、出願人によって取り下げられたものとみなされることを宣言する。		
V-6	指定の確認から除かれる国	なし (NONE)	
VI	優先権主張	なし (NONE)	
VII-1	特定された国際調査機関 (ISA)	日本国特許庁 (ISA/JP)	
VIII	申立て	申立て数	
VIII-1	発明者の特定に関する申立て	-	
VIII-2	出願し及び特許を与えられる国際出願日における出願人の資格に関する申立て	-	
VIII-3	先の出願の優先権を主張する国際出願日における出願人の資格に関する申立て	-	
VIII-4	発明者である旨の申立て（米国を指定国とする場合）	-	
VIII-5	不利にならない開示又は新規性喪失の例外に関する申立て	-	
IX	照合欄	用紙の枚数	添付された電子データ
IX-1	願書（申立てを含む）	4	-
IX-2	明細書	17	-
IX-3	請求の範囲	1	-
IX-4	要約	1	EZABST00.TXT
IX-5	図面	12	-
IX-7	合計	35	
IX-8	添付書類	添付	添付された電子データ
IX-8	手数料計算用紙	✓	-
IX-9	個別の委任状の原本	✓	-
IX-17	PCT-EASYディスク	-	フレキシブルディスク
IX-18	その他	納付する手数料に相当する特許印紙を貼付した書面	-
IX-19	要約書とともに提示する図の番号	1	
IX-20	国際出願の使用言語名:	日本語	
X-1	提出者の記名押印		
X-1-1	氏名(姓名)	石田 敬	
X-2	提出者の記名押印		
X-2-1	氏名(姓名)	鶴田 準一	

## 特許協力条約に基づく国際出願願書

原本（出願用） - 印刷日時 2002年11月11日 (11.11.2002) 月曜日 16時07分57秒

X-3	提出者の記名押印		土屋 繁
X-3-1	氏名(姓名)	土屋 繁	
X-4	提出者の記名押印		西山 雅也
X-4-1	氏名(姓名)	西山 雅也	
X-5	提出者の記名押印		樋口 外治
X-5-1	氏名(姓名)	樋口 外治	

## 受理官庁記入欄

10-1	国際出願として提出された書類の実際の受理の日	11.11.02
10-2	図面：	
10-2-1	受理された	
10-2-2	不足図面がある	
10-3	国際出願として提出された書類を補完する書類又は図面であつてその後期間内に提出されたものの実際の受理の日（訂正日）	
10-4	特許協力条約第11条(2)に基づく必要な補完の期間内の受理の日	
10-5	出願人により特定された国際調査機関	ISA/JP
10-6	調査手数料未払いにつき、国際調査機関に調査用写しを送付していない	

## 国際事務局記入欄

11-1	記録原本の受理の日	
------	-----------	--

## 明 細 書

### フィルタ装置

#### 技術分野

本発明は、交流出力の電力変換器に接続される交流負荷回路に発生する電磁障害を抑制するフィルタ装置に関する。

#### 背景技術

I G B Tなどのパワー半導体デバイスの高速化に伴い、これらパワー半導体デバイスを含む交流電動機可変速ドライブシステムのトルク制御および速度制御はより高性能化され、さらにシステム全体の省エネルギー化に大きく貢献している。

その一方で、パワー半導体デバイスを使用した高速スイッチングを起因とする電磁障害（E M I）は、高度に情報化・電子化された現代社会において大きな問題になりつつある。例えば、インバータ駆動の交流電動機における、コモンモード電圧による電動機の軸およびフレーム間に発生する軸電圧や電動機の浮遊容量を通じて流れる高周波の漏れ電流は、軸受に電食を発生させて電動機の回転不良をもたらしかねず、また将来実用化されるであろう電力線インターネットに対して、大きなノイズ源ともなりうる。

既に例えば、パワーエレクトロニクス機器のE M I対策として、「P W Mインバータを用いた交流電動機駆動システムが発生するE M I測定とその低減方法」、小笠原、外2名著、電気学会論文誌D、平成8年、116巻、12号、p. 1211-1219に記載されているような、リアクトルやコンデンサを用いて電流および電圧の急峻な変化を抑制するためのE M Iフィルタが提案されている。

同じくパワーエレクトロニクス機器のEMI対策として、「Active EMI Filter for Switching Noise of High Frequency Inverters (高周波インバータのスイッチングノイズのためのアクティブEMIフィルタ)」、I. Takahashi (高橋)、外3名著、パワーコンバージョンカンファレンス長岡の議事録 (Proceeding of Power Conversion Conference (PCC) - Nagoka)、平成9年、p. 331-334では、トランジスタなどの能動素子を用いてインバータのコモンモード電圧を相殺するEMIフィルタが提案されている。

また、同じくパワーエレクトロニクス機器のEMI対策として、「コモンモード電圧を発生しない三相正弦波電圧出力PEMインバータシステム—パッシブEMIフィルタの設計と特性—」、長谷川、外2名著、電気学会論文誌D、平成14年、122巻、8号、p. 845-852では、相電圧を正弦波化するEMIパッシブフィルタが提案されている。これは、ノーマルモードチョーク（いわゆる交流リアクトル）、コモンモードチョーク（いわゆる零相リアクトル）、抵抗、コンデンサなどの受動素子のみからEMIフィルタを構成し、インバータの出力相電圧および線間電圧を正弦波化することができるので、軸電圧をほぼ完全に除去することができる。

また、同じくパワーエレクトロニクス機器のEMI対策として、「Motor Shaft Voltage and Bearing Currents and Their Reduction in Multilevel Medium-Voltage PWM Voltage-Source-Inverter Drive Applications (マルチレベル中間電圧PWM電圧源インバータドライブアプリケーションにおける電動機の軸

電圧およびベアリング電流ならびにそれらの低減)」、Fei Wang 著、Industry Applications の IEEE トランザクション、平成 12 年 9 月および 10 月、No. 5、Vol. 36 では、電動機の中性点を接地し、直流側の中性点を接地するコモンモード回路が記載されている。

また、特開 2001-352792 号公報では、交流電動機から発生するノイズを低減し、かつ回転不良を防止することを目的として、中性点における矩形波状の比較的大きな振幅を有する電圧を平滑化する技術が提案されている。

上述した従来の技術は、電磁障害に対して一定の抑制効果はあるものの、未だ不十分である。

またこのうち、上述のトランジスタなどの能動素子を用いた EMI フィルタは、コンプリメンタリートランジスタを必要とし、しかも入手可能なトランジスタの耐圧制限から 200 ボルト系インバータまでにしか適用することができない。また、構造が複雑であり、したがって製造コストも高いという問題がある。

一方、上述のノーマルモードチョークおよびコモンモードチョークなどを備える EMI パッシブフィルタは、インバータの出力相電圧および線間電圧を正弦波化することができるので軸電圧を抑制することができるが、そのためにはノーマルモードチョークを必要とするので、装置が大型化し、製造コストも高いという問題がある。

従って本発明の目的は、上記問題に鑑み、交流出力の電力変換器に接続される交流負荷回路に発生する電磁障害を抑制するフィルタ装置において、電磁障害の抑制効果の高い、小型で低価格のフィルタ装置を提供することにある。

発明の開示



上記目的を実現するために、本発明においては、交流出力の電力変換器の交流出力端子と交流負荷回路の入力端子との間にコモンモードチョークを設けると共に、交流負荷回路の中性点からの引出し線を、好ましくは直列接続されたキャパシタおよび抵抗からなる受動素子を介して、この電力変換器に対して電源系統側、すなわち電力変換器に対して上位側に存在する電位変動の少ない基準電位点に接続する。

例えば交流負荷回路として交流電動機を例に挙げる。交流電動機の入力端子にかかるコモンモード電圧をゼロにすれば、交流電動機の軸電圧がゼロになり、漏れ電流（接地線電流）もゼロになることが一般に知られている。本発明は、この入力端子にかかるコモンモード電圧をできるだけゼロに近づけることで、軸電圧および漏れ電流をゼロに近づけ、電磁障害を抑制する、という思想に基づく。本発明の構成により、交流電動機（交流負荷回路）の入力端子にかかるコモンモード電圧をゼロに近づけることが可能である。

本発明によれば、電磁障害を抑制するフィルタ装置において、コモンモードチョークを設けると共に、交流負荷回路の中性点から電力変換器の電源系統側にある基準電位点への閉ループを構成するだけでよく、従来例のようにノーマルモードチョークやトランジスタなどの構成要素を必要としないので構造が容易であり、装置の小型化、低価格化が可能となる。

#### 図面の簡単な説明

図 1 は、本発明によるフィルタ装置のシステム構成図である。

図 2 は、本発明の第 1 の実施例によるフィルタ装置の回路図である。

図 3 は、本発明の第 1 の実施例の変形例によるフィルタ装置の回

路図である。

図 4 は、本発明の第 1 の実施例によるフィルタ装置の等価回路図であり、(a) は図 2 のコモンモードに対するキャリア周波数領域での等価回路を示し、(b) は、(a) で示された等価回路をさらに簡略化した簡易等価回路を示す図である。

図 5 は、本発明の第 2 の実施例によるフィルタ装置の回路図である。

図 6 は本発明の第 2 の実施例によるフィルタ装置の等価回路図であって、図 5 のコモンモードに対するキャリア周波数領域での等価回路を示す図である。

図 7 は、本発明の第 3 の実施例によるフィルタ装置の回路図（その 1）であって、電力変換器の入力側に、基準電位点となる電圧変動の少ない点が存在しない場合を例示する図である。

図 8 は、本発明の第 3 の実施例によるフィルタ装置の回路図（その 2）であって、電力変換器の入力側に、基準電位点となる電圧変動の少ない点が存在する場合を例示する図である。

図 9 は、電圧形 PWM コンバータ・インバータの回路図である。

図 10 は、電流形 PWM コンバータ・インバータの回路図である。

。

図 11 (a) ～ (e) は、マトリクスコンバータの回路図である。

。

図 12 は、本発明の第 4 の実施例によるフィルタ装置の回路図である。

図 13 は、本発明の第 4 の実施例によるフィルタ装置における高圧変換器内に備えられるコンバータインバータユニットの回路図である。

発明を実施するための最良の形態

図 1 は、本発明によるフィルタ装置のシステム構成図である。

交流出力の電力変換器 2 に接続される交流負荷回路 3 に発生する電磁障害を抑制するフィルタ装置 1 は、電力変換器 2 の交流出力端子 A<sub>p</sub> と交流負荷回路 3 の入力端子 B<sub>p</sub> との間に接続されるコモンモードチョーク 11 と、交流負荷回路 3 の中性点 N<sub>p</sub> からの引出し線を、電力変換器 2 に対して電源系統側にある電位変動の少ない基準電位点 R<sub>p</sub> に接続する接続手段 12 と、を備える。

接続手段 12 は、直列接続されたキャパシタおよび抵抗（図示せず）からなるのが好ましい。この場合、キャパシタおよび抵抗の直列回路は、基本周波数成分に対しては高インピーダンス特性を示し、コモンモード電圧の周波数成分に対しては低インピーダンス特性を示す。

上述のように、基準電位点 R<sub>p</sub> は、電力変換器 2 の電源系統側、すなわち電力変換器 2 に対して上位側にあつて、電位変動の少ないような点であればどこでもよい。

例えば、電力変換器が交流入力で交流出力の変換器である場合は、この電力変換器の電源系統側における中性点を基準電位点とすればよい。

また、電力変換器が直流入力で交流出力の変換器すなわちインバータである場合は、このインバータの直流入力側のプラス電位点もしくはマイナス電位点、あるいは可能であれば中世点電位、のいずれかを基準電位点とすればよい。例えば電力変換器が中性点クランプ型インバータである場合は、この中性点クランプ型インバータの直流入力側のプラス電位点、マイナス電位点もしくは中性点のいずれかを基準電位点とすればよい。

本発明によれば、交流負荷回路 3 の中性点 N<sub>p</sub> から電力変換器 2

の電源系統側にある基準電位点  $R_p$  への閉ループを構成することによって、コモンモードチョーク 11 が有効に作用する。すなわち、電力変換器 2 が発生するコモンモード電圧のほとんどは、コモンモードチョーク 11 の両端にかかり、交流負荷回路 3 の入力端子にはコモンモード電圧は生じない。したがって、コモンモード電圧に起因する軸電圧、ベアリング電流、漏れ電流が効果的に抑制される。本発明によるフィルタ装置は、従来例と比べて電磁障害の抑制効果が高い。

図 2 は、本発明の第 1 の実施例によるフィルタ装置の回路図である。

本実施例では、交流負荷回路を三相の誘導電動機 31、交流出力の電力変換器をインバータ 32 とし、誘導電動機 31 をインバータ 32 でインバータ駆動するものとする。図中、誘導電動機 31 のフレームの接地線 1g も示されている。

インバータ 32 の直流入力側のマイナス端子を接地するため、並列接続されたキャパシタ  $C_g$  および抵抗  $R_g$  が設けられる。これらは、高周波成分に対してはキャパシタ  $C_g$  によるコンデンサ接地、低周波成分に対しては抵抗  $R_g$  による抵抗接地として動作する。

インバータ 32 の電源系統側には電力貯蔵のための直流コンデンサ  $C_{dc}$  が設けられる。

インバータ 32 は、直流コンデンサ  $C_{dc}$  を介し、系統電圧の三相交流を整流するダイオード整流器 33 に接続される。ダイオード整流器 33 は、その交流入力を三相交流とし、 $\Delta Y$  結線の変圧器 35 を介して三相交流系統電圧 34 に接続される。なお、ダイオード整流器 33 の交流入力を単相交流としてもよく、この例としてはインバータエアコン、インバータ冷蔵庫などのようなインバータ家電製品がある。

そして、本発明の第 1 の実施例では、まず、インバータ 3 2 の交流出力端子と誘導電動機 3 1 の入力端子との間には、コモンモードチョーク  $L_c$  が接続されるということを 1 つの特徴としている。

コモンモードチョークは、三相の場合でいえば、同じ方向に巻かれた 3 本の導線を有している。したがって、三相平衡の負荷電流が流れれば、これら負荷電流により磁心に発生する磁束は互いに打ち消されるので、コモンモードチョークは低インピーダンスとなる。しかし、三相平衡以外の負荷電流すなわちコモンモード電流が流れると、上述のような磁束を打ち消し合う作用はないので、コモンモードチョークは高インピーダンスとなる。これらは、コモンモード電流は、コモンモードチョークで抑制されるということを意味する。

さらに、本発明の第 1 の実施例では、誘導電動機 3 1 の中性点  $N_p$  からの引出し線は、直列接続されたキャパシタ  $C_n$  および抵抗  $R_n$  からなる接続手段を介して、基準電位点  $r_p$  に接続されるということをもう 1 つの特徴としている。

既に説明したように基準電位点  $r_p$  は電力変換器であるインバータ 3 2 の電源系統側に存在する電位変動の少ない点であれば良い。本実施例では、基準電位点  $r_p$  をインバータ入力のマイナス電位点（すなわち直流コンデンサ  $C_{dc}$  のマイナス電位点）としたが、インバータ入力のプラス電位点（すなわち直流コンデンサ  $C_{dc}$  のプラス電位点）であってもよい。

なお、理想的には誘導電動機 3 1 の中性点  $N_p$  から流れ出る基本波電流はゼロであるので、誘導電動機 3 1 の中性点  $N_p$  からの引出し線は、基準電位点  $r_p$  に直接接続できる。しかし、実際には基本波電流が流出してしまうので、本実施例ではこの基本波電流をカットするためにキャパシタ  $C_n$  を設ける。また、このようなキャパシ

タ  $C_n$  を設けると、他のパラメータの条件によっては共振を生じてしまう可能性もあるので、この共振を抑制するための減衰抵抗として抵抗  $R_n$  をさらに設ける。

図 3 は、本発明の第 1 の実施例の変形例によるフィルタ装置の回路図である。

本変形例は、上述の図 2 に示された第 1 の実施例において、交流出力の電力変換器を中性点クランプ型のインバータ 32' とした例である。

本変形例では、基準電位点  $r_p$  を、直流コンデンサ  $C_{dc1}$  および  $C_{dc2}$  のクランプ点にとる。もちろん、インバータ入力のマイナス電位点もしくはプラス電位点であってもよい。

また例えば、大容量インバータにおいて、コンデンサの耐圧の関係から複数の直流コンデンサが直列接続されるような場合は、インバータの直流入力側のプラス電位点、マイナス電位点、または直列接続された直流コンデンサ間で電位が安定する点のいずれかを基準電位点とすればよい。

図 2 に戻り、本実施例では、三相誘導電動機 31 の定格出力を 200 V、3.7 kW とする。また、インバータの容量を 5 kVA、キャリア周波数を 15 kHz とする。三相交流系統電圧 34 は三相 200 V、50 Hz とする。また、コモンモードチョーク  $L_c = 28$  mH、キャパシタ  $C_n = 0.47 \mu F$ 、抵抗  $R_n = 30 \Omega$ 、キャパシタ  $C_c = 0.1 \mu F$ 、そして抵抗  $R_c = 510 \Omega$  とする。

なお、上記パラメータの各数値は本発明を限定するものではなく、装置の特性、用途、目的その他を考慮して、その他の数値を設定してもよい。

図 4 は本発明の第 1 の実施例によるフィルタ装置の等価回路図であって、(a) は図 2 のコモンモードに対するキャリア周波数領域

での等価回路を示し、また (b) は、(a) で示された等価回路をさらに簡略化した簡易等価回路を示す図である。

一般に、誘導電動機の浮遊容量を介して仮想接地線  $l_g$  に流れる電流  $i_g$  は、誘導電動機のコモンインピーダンス（零相インピーダンス）には関係せず、したがって浮遊容量は誘導電動機の端子間フレームに存在することが知られている。

上記各パラメータを有する図 2 のフィルタ装置に関し、誘導電動機のコモンモードインピーダンスは、例えば実験により決定する。本実施例における実験では、誘導電動機の中性点  $N_p$  を基準電位として、誘導電動機のコモンモード電圧ならびに中性点電流  $i_n$  の振幅および位相差を実測し、キャリア周波数領域でのインピーダンス特性から、 $L_{cM} = 1 \text{ mH}$ 、 $R_{cM} = 100 \Omega$  に設定した。

また、キャリア周波数領域では、キャパシタ  $C_g$  のインピーダンスは十分低いので無視でき、短絡としてみなせる。

また、誘導電動機の浮遊容量  $C_s$  は、誘導電動機の入力端子への電力線を 3 本重ね、接地線との間に電圧を印加し、電圧および電流の振幅ならびに位相差を測定し、 $C_s = 3 \text{ nF}$  に設定した。

以上より、図 2 のコモンモードに対する等価回路は、図 4 (a) のように表すことができる。なお、図 3 の場合についても同様に図 4 (a) のように表すことができる。

そして、図 4 (a) において、誘導電動機の浮遊容量  $C_s$  のインピーダンス  $1/\omega C_s = 3500 \Omega$  であり、また、 $L_{cM}$ 、 $R_{cM}$ 、 $C_g$  および  $R_g$  の合成インピーダンスは  $150 \Omega$  である。このことから、図 4 (a) の等価回路は、図 4 (b) に示すような LCR 直列回路としてさらに簡略化することができる。

図 4 (b) において、インバータの交流出力端子でのコモンモード電圧  $v_g$  に対する誘導電動機の入力端子でのコモンモード電圧  $v_c$

$v_{cn}$  の振幅比は、 $v_{cn}/v_c$  は、次式のように表すことができる。

$$\frac{V_{CM}}{V_C} = \left| \frac{R_{CM} + R_C + j\omega L_{CM} + 1/j\omega C_C}{R_{CM} + R_C + j\omega(L_{CM} + L_C) + 1/j\omega C_C} \right|$$
$$\cong 0.05$$

したがって、誘導電動機の入力端子におけるコモンモード電圧  $v_{cn}$  は、本実施例によるフィルタ装置によって、インバータの交流出力端子でのコモンモード電圧  $v_g$  の 5 % にまで低減することができる。つまり上式から、図 2 に示すように誘導電動機 31 の中性点  $N_p$  からインバータ 32 の電源系統側にある基準電位点  $R_p$  への閉ループを構成することで、インバータ 32 の交流出力端子と誘導電動機 31 の入力端子との間に設けられたコモンモードチョーク 11 が有効に作用していることがわかる。すなわち、インバータ 32 が発生するコモンモード電圧のほとんどは、コモンモードチョーク  $L_c$  の両端にかかり、誘導電動機 31 の入力端子には生じない。したがって、図 2 における誘導電動機 31 の軸電圧  $v_{shaft}$  および漏れ電流  $i_g$  を抑制することができる。

以上説明したように、本発明の第 1 の実施例によれば、誘導電動機の入力端子にかかるコモンモード電圧をゼロに近づけることができるので、電磁障害を抑制することができる。本実施例の構成は、コモンモードチョークを設けると共に、交流負荷回路の中性点から電力変換器の電源系統側にある基準電位点への閉ループを構成するだけでよく、従来例のようにノーマルモードチョークやトランジスタなどの構成要素を必要としないので、構造が容易であり、小型化、低価格化が可能となる。

次に、本発明の第 2 の実施例によるフィルタ装置について説明する。

図 5 は、本発明の第 2 の実施例によるフィルタ装置の回路図であ



る。また、図 6 は本発明の第 2 の実施例によるフィルタ装置の等価回路図であって、図 5 のコモンモードに対するキャリア周波数領域での等価回路を示す図である。

本実施例は、上述の図 2 に示された第 1 の実施例において、さらに、メガヘルツ領域での共振を低減する目的で、ノーマルモードチョーク（すなわち交流リアクトル） $L$  と抵抗  $R$  との並列回路で構成したノーマルモードフィルタを、インバータ 32 とコモンモードリアクトルとの間に直列に接続した例である。その他の回路構成については上述の第 1 の実施例と同様である。

第 1 の実施例で示した等価回路の考え方と同様に、図 5 に示すフィルタ回路は、キャリア周波数領域では、図 6 に示すような等価回路で表すことができる。ここで、キャリア周波数領域では、ノーマルモードチョーク  $L$  と抵抗  $R$  とで構成されるノーマルモードフィルタは、リアクトル  $L$  として作用するが、このリアクトル  $L$  は、コモンモードチョーク  $L_c$  よりも十分に小さいのでノーマルモードフィルタは無視できる。このことから、図 6 の等価回路は、第 1 の実施例と同様に、図 4 (b) に示すような  $LCR$  直列回路としてさらに簡略化することができる。したがって、インバータの交流出力端子でのコモンモード電圧  $v_c$  に対する誘導電動機の入力端子でのコモンモード電圧  $v_{cm}$  の振幅比は、 $v_{cm} / v_c$  は、既に説明した第 1 の実施例の場合と同様となる。つまり、本実施例においても、誘導電動機 31 の軸電圧  $v_{shaft}$  および漏れ電流  $i_g$  を抑制することができる。

以上説明したように、本発明の第 2 の実施例によれば、電磁障害を抑制することができる。

続いて、本発明の第 3 の実施例として、図 1 で説明した電力変換器が交流入力で交流出力の変換器であるようなフィルタ装置を説明

する。

図 7 は、本発明の第 3 の実施例によるフィルタ装置の回路図（その 1）であって、電力変換器の入力側に、基準電位点となる電圧変動の少ない点が存在しない場合を例示する図である。また、図 8 は、本発明の第 3 の実施例によるフィルタ装置の回路図（その 2）であって、電力変換器の入力側に、基準電位点となる電圧変動の少ない点が存在する場合を例示する図である。

本実施例によるフィルタ装置 1 では、図 7 および 8 の電力変換器 2 を交流入力交流出力の変換器とし、三相の誘導電動機 3 1 を電力変換器 2 でインバータ駆動するものとする。電力変換器 2 は、交流入力交流出力の従来からある変換器であってもよく、交流—直流—交流変換器（AC—DC—AC 変換器）や交流を交流に直接変換するマトリクスコンバータなどでよい。ここでは、図 7 および 8 の電力変換器 2 に該当する変換器の例として、図 9 ～ 11 に例示するが、これ以外の交流入力交流出力の変換器であってもよい。図 9 は電圧形 PWM コンバータ・インバータの回路図であり、図 10 は電流形 PWM コンバータ・インバータの回路図であり、図 11（a）～（e）はマトリクスコンバータの回路図である。なお、図 11（a）のマトリクスコンバータにおいて、図 11（b）に示すようなスイッチ 41 は、図 11（c）～（e）に示すような、ダイオードおよびトランジスタもしくはサイリスタで構成されるごく一般的なスイッチ手段である。

図 7 および 8 に示す本発明の第 3 の実施例によるフィルタ装置 1 では、第 1 の実施例で既に説明したように、変換器 2 の交流出力端子と誘導電動機の入力端子との間にコモンモードチョーク 11 が接続される

一方、誘導電動機 3 1 の中性点  $N_p$  からの引出し線は、キャパシ

タ  $C_n$  および抵抗  $R_n$  を介して基準電位点  $r_p$  に接続されるが、図 7 と図 8 とでは基準電位点のとり方が異なる。

図 7 は、電力変換器 2 の電源系統側すなわち交流入力側に、上述の基準電位点となり得る電圧変動の少ない点が存在しない場合に有効であり、変換器 2 の交流入力端子の各相にそれぞれ抵抗  $C_n / 3$  を並列に接続して中性点を構成し、この中性点を基準電位点  $r_p$  とする。

一方、図 8 は、電圧変動の少ない点が存在する場合を示している。例えば、変圧器の Y 結線の中性点において系統側が接地される場合がこれに相当する。この中性点は、電圧変動の少ない点の 1 つであるので、図 8 のような場合は、中性点を基準電位点  $r_p$  と設定すればよい。なお、誘導電動機 31 からの接地線については、誘導電動機 31 を内部に含む筐体（図示せず）内で誘導電動機 31 の中性点  $N_p$  からの引出し線と接続し、その上で基準電位点に接続してもよい。

このように、本発明の第 3 の実施例によれば、様々な種類の交流入力交流出力変換器で駆動される誘導電動機の電磁障害抑制にも適用することができる。この場合、交流入力側に中性点が存在すればここを基準電位点とし、電力変換器 2 の電源系統側すなわち交流入力側に、電圧変動の少ない点が存在しなければ、中性点を新たに構成してここを基準電位点とすれば、電磁障害抑制を目的とした用途に容易に適用可能である。

次に、本発明の第 4 の実施例として、近年注目されている手法による電動機制御に対し、その電磁障害抑制に本発明を適用した場合について説明する。

図 12 は、本発明の第 4 の実施例によるフィルタ装置の回路図である。また、図 13 は、本発明の第 4 の実施例によるフィルタ装置

における高圧変換器内に備えられるコンバータインバータユニットの回路図である。

本実施例では、多相変圧器 (multi-winding transformer) を用いた電動機制御に対して、本発明を適用したものである。多相変圧器を備える高圧変換器による電動機制御の詳細は、P. W. Hammond 著、「A new approach to enhance power quality for medium voltage AC drives」、平成 9 年、IEEE Transaction、Industry Applications、vol 33、No. 1、p 202-208 に記載されているので、本明細書では、多相変圧器を備える高圧変換器の回路構成については簡単な説明にとどめる。

まず、図 12 において、高圧変換器 2 内の多相変圧器 50 は、1 つの 1 次巻線 51 と、2 次巻線として複数の巻線セット 52 を備える。なお、1 次巻線 51 の入力および 2 次側の各巻線セット 52 の出力は三相交流である。各巻線ユニット 52 の三相出力は、コンバータインバータユニット 53 ( $U_1$ 、 $U_2$ 、 $U_3$ 、 $U_4$ 、 $V_1$ 、 $V_2$ 、 $V_3$ 、 $V_4$ 、 $W_1$ 、 $W_2$ 、 $W_3$ 、 $W_4$ ) の入力にそれぞれ接続される。

図 13 は、コンバータインバータユニット 53 の回路構成を示す。コンバータインバータユニット 53 は、コンデンサ C を備える DC リンクを介してコンバータとインバータとが接続された構造を有しており、その入力は三相交流 (u 相、v 相、w 相) であり、出力は二相交流 (a 相、b 相) である。

図 12 に示す高圧変換器 2 では、コンバータインバータユニット 53 の出力が、図示のように、誘導電動機 31 の三相に対応して各相ごとに縦続接続されている。

そして、高圧変換器 2 は、その一方の三相出力端子は結線されて

中性点として構成され、もう一方の三相出力端子に例えば誘導電動機などの三相負荷回路が接続されて使用される。

このような回路構成を有する高圧変換器に対し、本発明を適用すると次のようである。

本実施例では、図 12 に示すように、まず、高圧変換器 2 の一方の出力端子と誘導電動機 31 の入力端子との間にコモンモードチョーク 11 が接続される。そして、もう高圧変換器 2 の一方の出力端子には既に中性点が構成されているので、本実施例ではこれを基準電位点  $r_p$  として利用する。この基準電位点  $r_p$  には、キャパシタ  $C_n$  および抵抗  $R_n$  を介して誘導電動機 31 の中性点  $N_p$  が接続される。以上のような回路を構成すれば、多相変圧器を備える変換器による電動機制御に対しても本発明を適用することができる。

なお、本発明の第 1 ～ 第 4 の実施例では、インバータに接続される交流負荷回路を誘導電動機としたが、同期電動機、または、Y 型結線を有する変圧器を備える電気機器、例えば UPS（無停電電源装置）システム、太陽電池システム、燃料電池システムもしくは各種バッテリーシステムなどであってもよい。

基準電位点に対して接続される引出し線の起点となる中性点は、例えば、同期電動機の場合は上述の誘導電動機の場合と同様にその内部にある中性点を利用すればよい。また例えば、Y 型結線を有する変圧器を備える電気機器の場合は、変圧器の 1 次側を Y 結線、そして 2 次側を  $\Delta$  結線とした上で、1 次側の Y 結線中の中性点を利用すればよい。

なお、系統電圧側は、三相に限らず、二相もしくは単相であってもよく、いずれの場合においても、少なくとも交流出力を交流負荷回路に印加するような電力変換器を必ず設ける回路構成であれば、本発明を適用することができる。

## 産業上の利用可能性

本発明によれば、電磁障害を抑制するフィルタ装置において、コモンモードチョークを設けると共に、交流負荷回路の中性点から電力変換器の電源系統側にある基準電位点への閉ループを構成するだけで、効果的に電磁障害（EMI）を抑制することができ、なおかつ、従来例のようにノーマルモードチョークやトランジスタなどの構成要素を必要としないので、構造が容易であり、小型化、低価格化が可能となる。

本発明によれば、電力変換器の交流出力端子と交流負荷回路の入力端子との間に設けられたコモンモードチョークは、交流負荷回路の中性点から電力変換器の電源系統側にある基準電位点への閉ループを構成することによって、より一層有効に作用することになる。すなわち、電力変換器が発生するコモンモード電圧のほとんどは、コモンモードチョークの両端にかかり、交流負荷回路の入力端子には生じない。このことはコモンモード電圧に起因する軸電圧、ベアリング電流および漏れ電流が効果的に抑制されることを意味しており、電磁障害は抑制効果が高いといえる。

本発明は、系統電源の種類には依存せず、少なくとも交流出力を交流負荷回路に印加するような電力変換器を有する回路構成であれば、本発明を適用することは可能である。したがって、本発明によるフィルタ装置は、産業用電気機器から、インバータエアコンもしくはインバータエアコンなどの民生機器に対して幅広く適用することができる。

また、将来実用化されるであろう電力線インターネットに対して、大きなノイズ源ともなりうる負荷交流回路および／または電力変換機に対するフィルタ装置として本発明は有効である。

## 請 求 の 範 囲

1. 交流出力の電力変換器に接続される交流負荷回路に発生する電磁障害を抑制するフィルタ装置であって、

前記電力変換器の交流出力端子と前記交流負荷回路の入力端子との間に接続されるコモンモードチョークと、

前記交流負荷回路の中性点からの引出し線を、前記電力変換器に対して電源系統側にある電位変動の少ない基準電位点に接続する接続手段と、を備えることを特徴とするフィルタ装置。


2. 前記接続手段は、直列接続されたキャパシタおよび抵抗からなる請求項1に記載のフィルタ装置。

3. 前記基準電位点は、前記電力変換器の電源系統側における中性点である請求項1または2に記載のフィルタ装置。

4. 前記電力変換器は、インバータであり、

前記基準電位点は、前記インバータの直流入力側のプラス電位点、マイナス電位点もしくは中性点のいずれかである請求項1または2に記載のフィルタ装置。

5. 前記交流負荷回路は、交流電動機である請求項1～4のいずれか一項に記載のフィルタ装置。



## 要 約 書

交流出力の電力変換器に接続される交流負荷回路に発生する電磁障害を抑制するフィルタ装置である。このフィルタ装置は、電力変換器の交流出力端子と交流負荷回路の入力端子との間に接続されるコモンモードチョークと、交流負荷回路の中性点からの引出し線を、電力変換器に対して電源系統側にある電位変動の少ない基準電位点に接続する接続手段と、を備える。



Fig.1

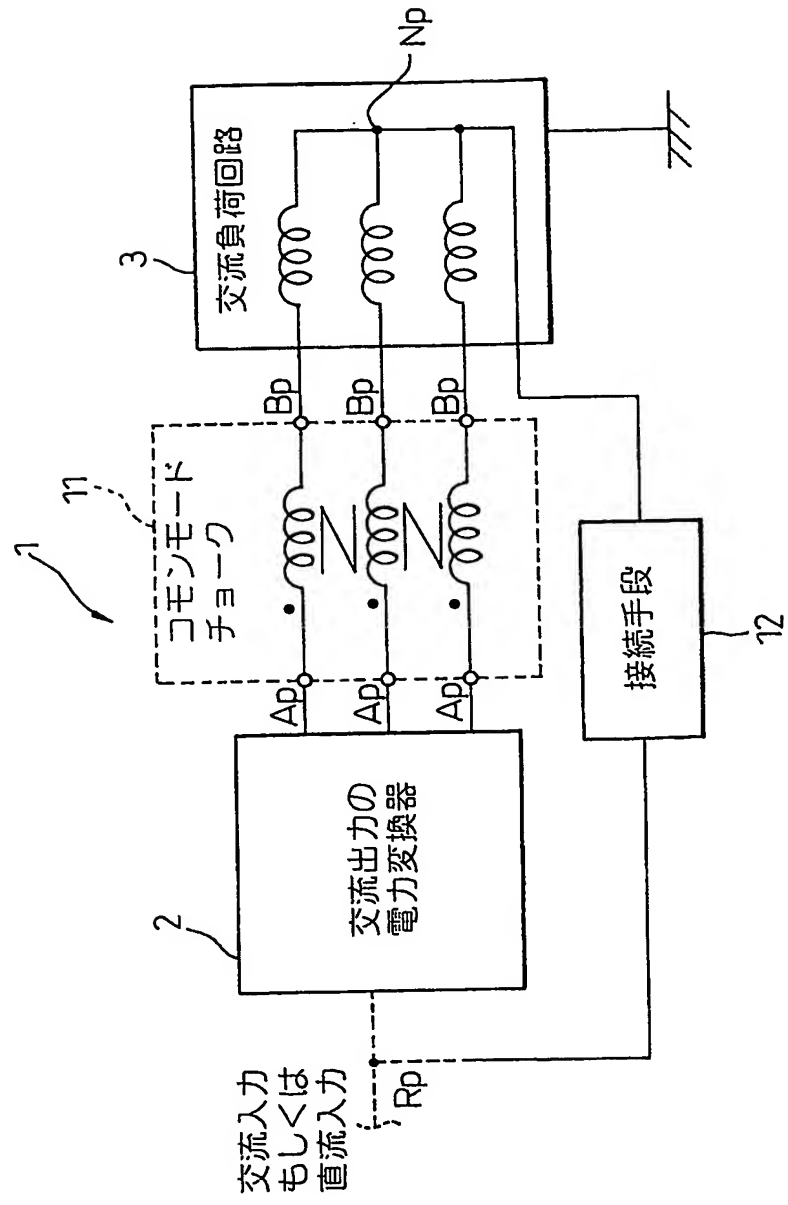


Fig.2

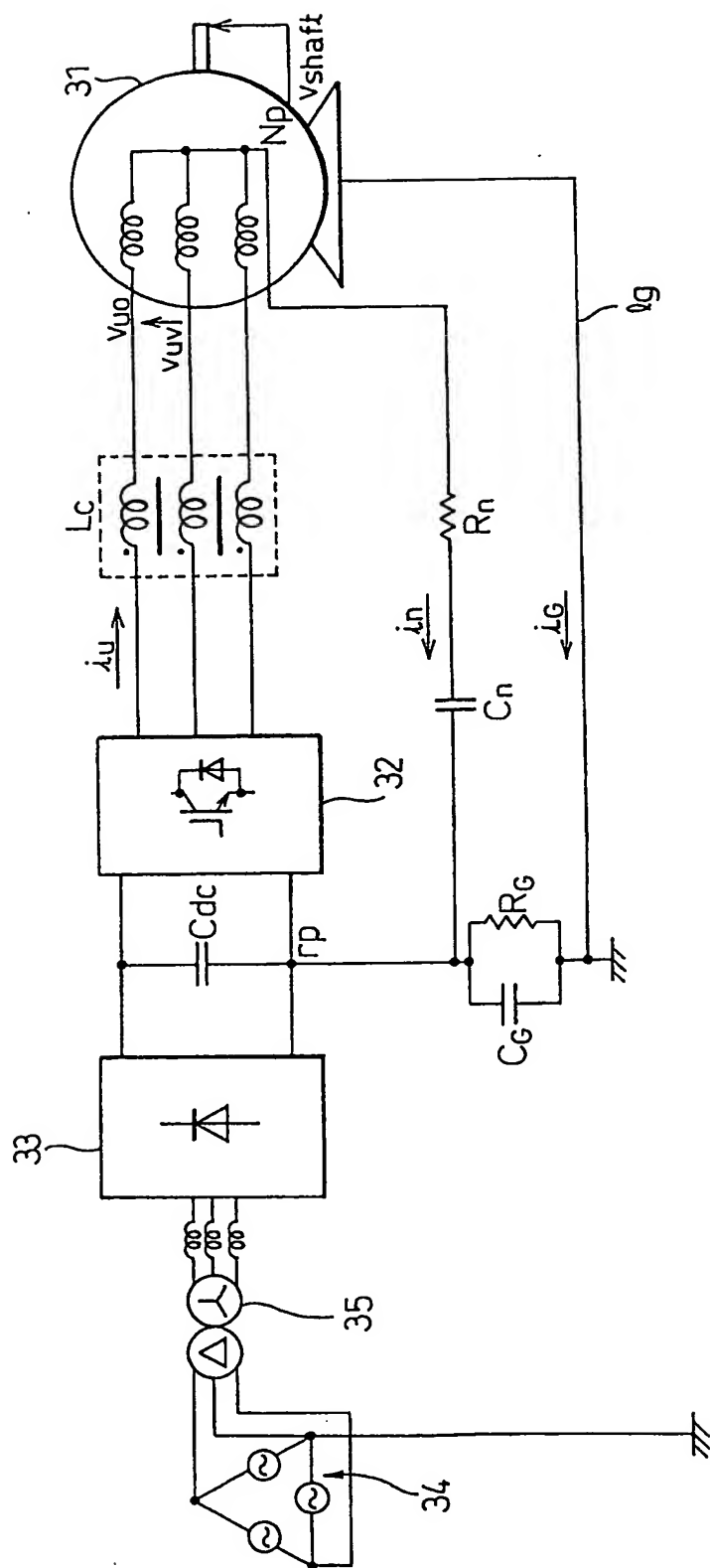


Fig.3

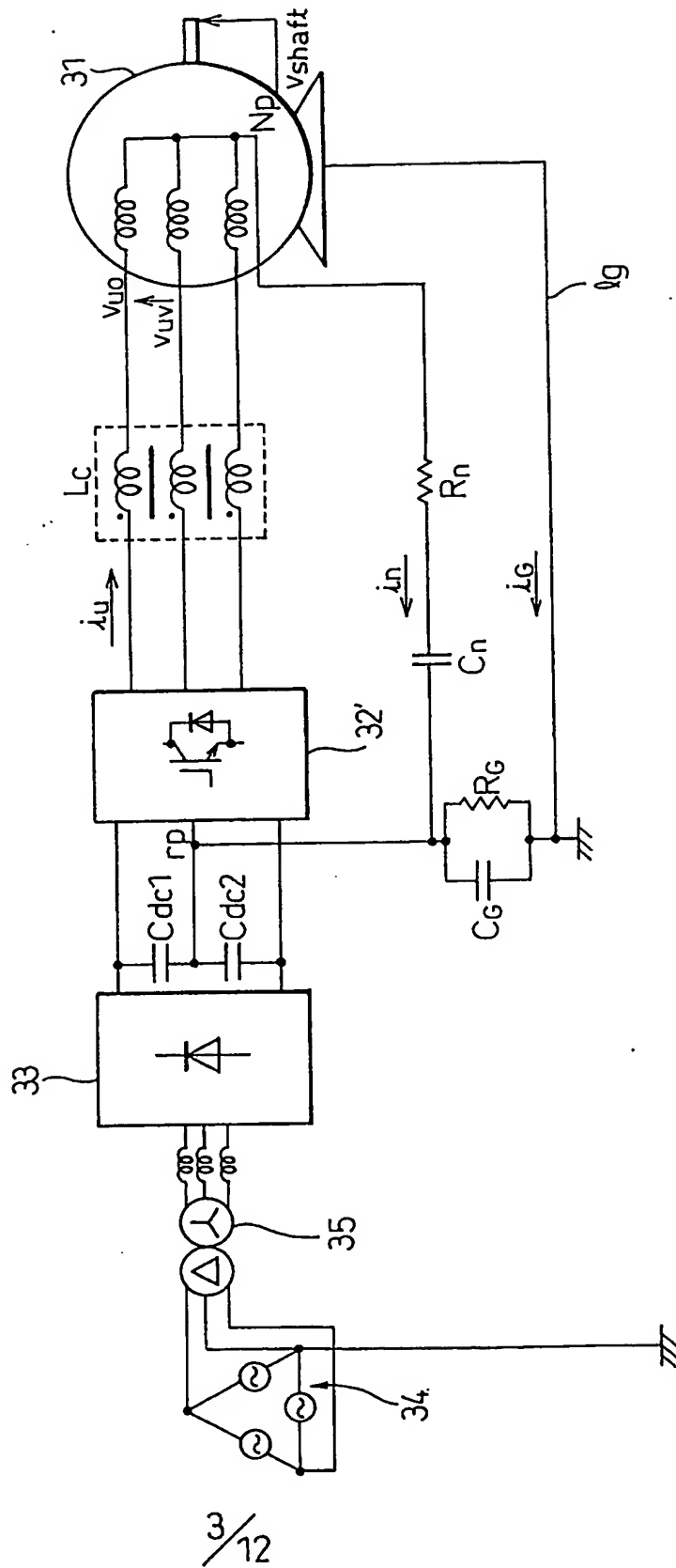
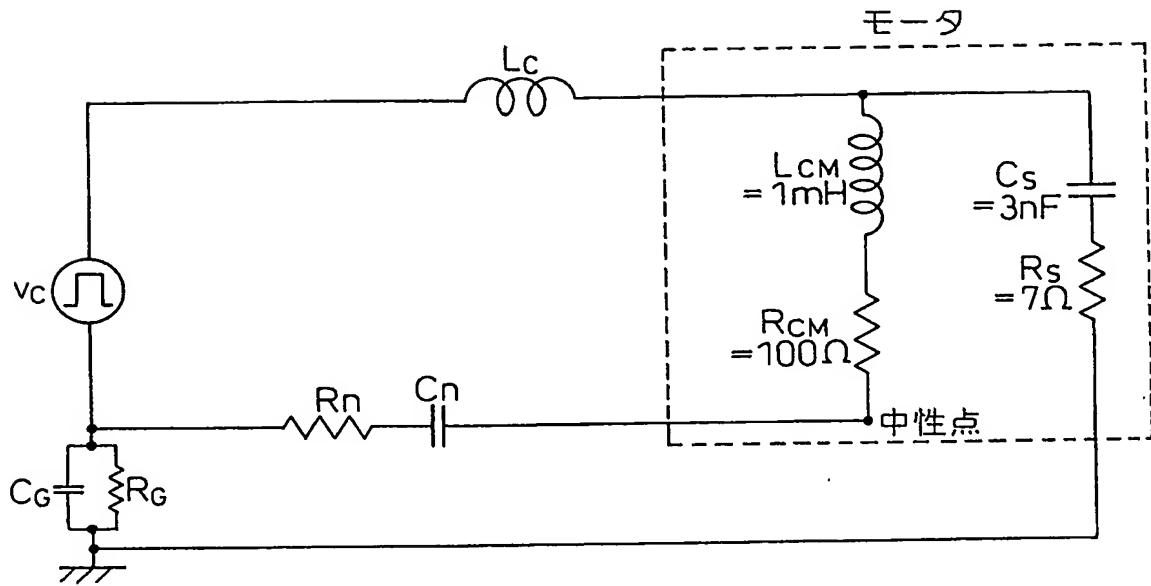


Fig.4  
(a)



(b)

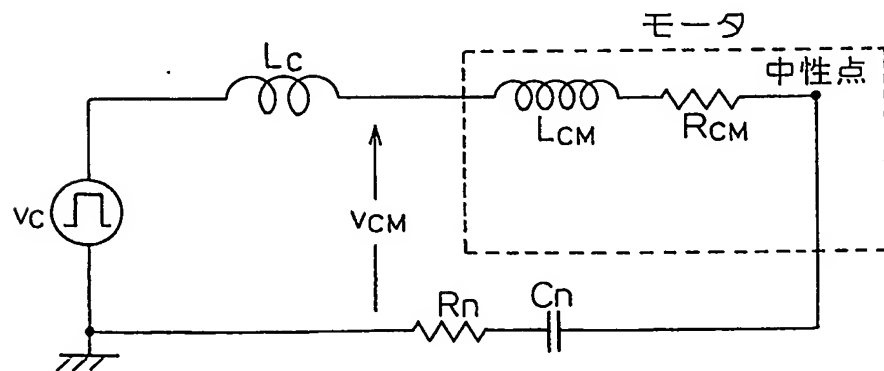


Fig.5

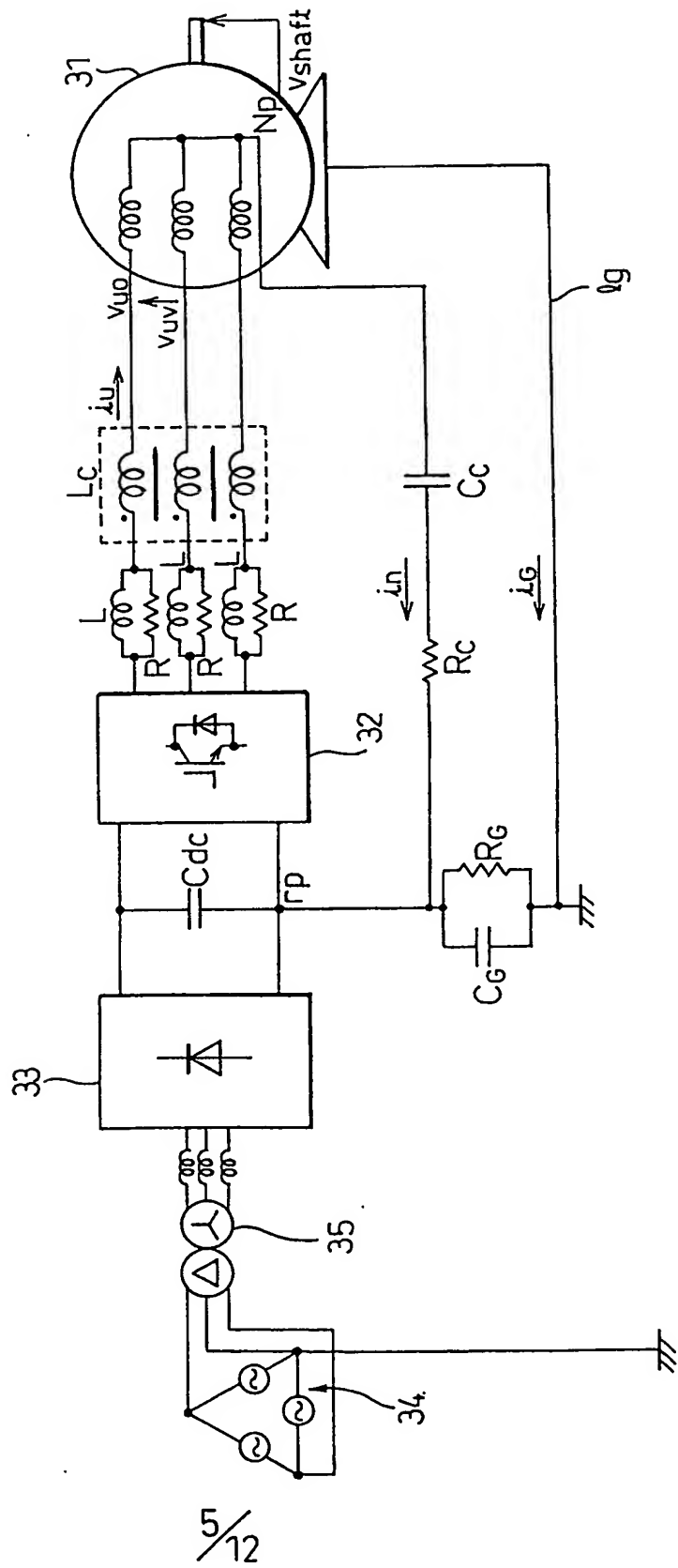


Fig.6

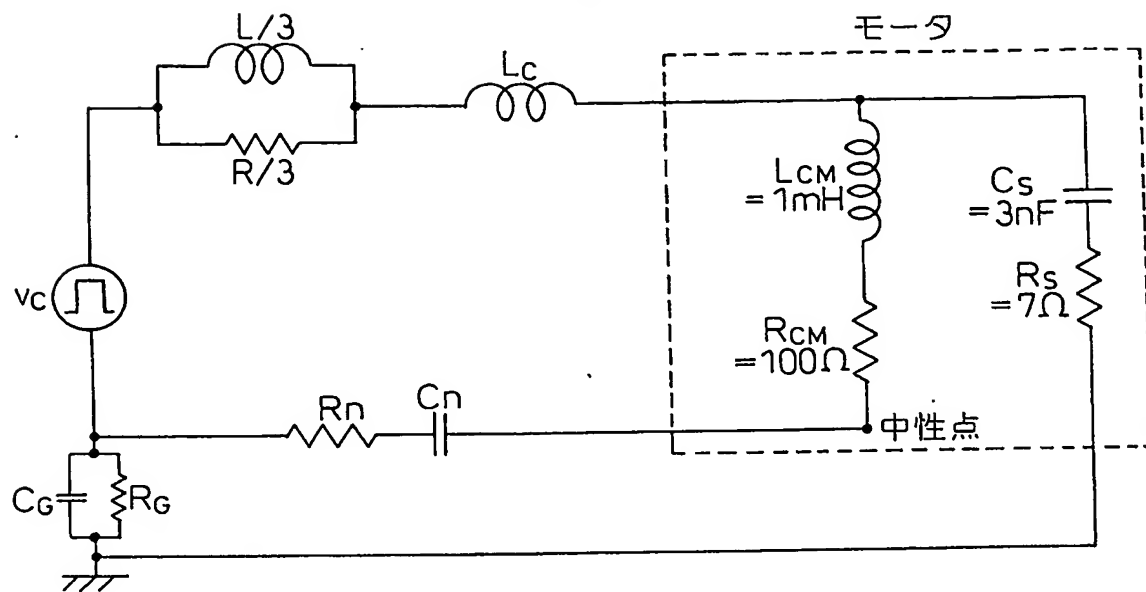


Fig.7

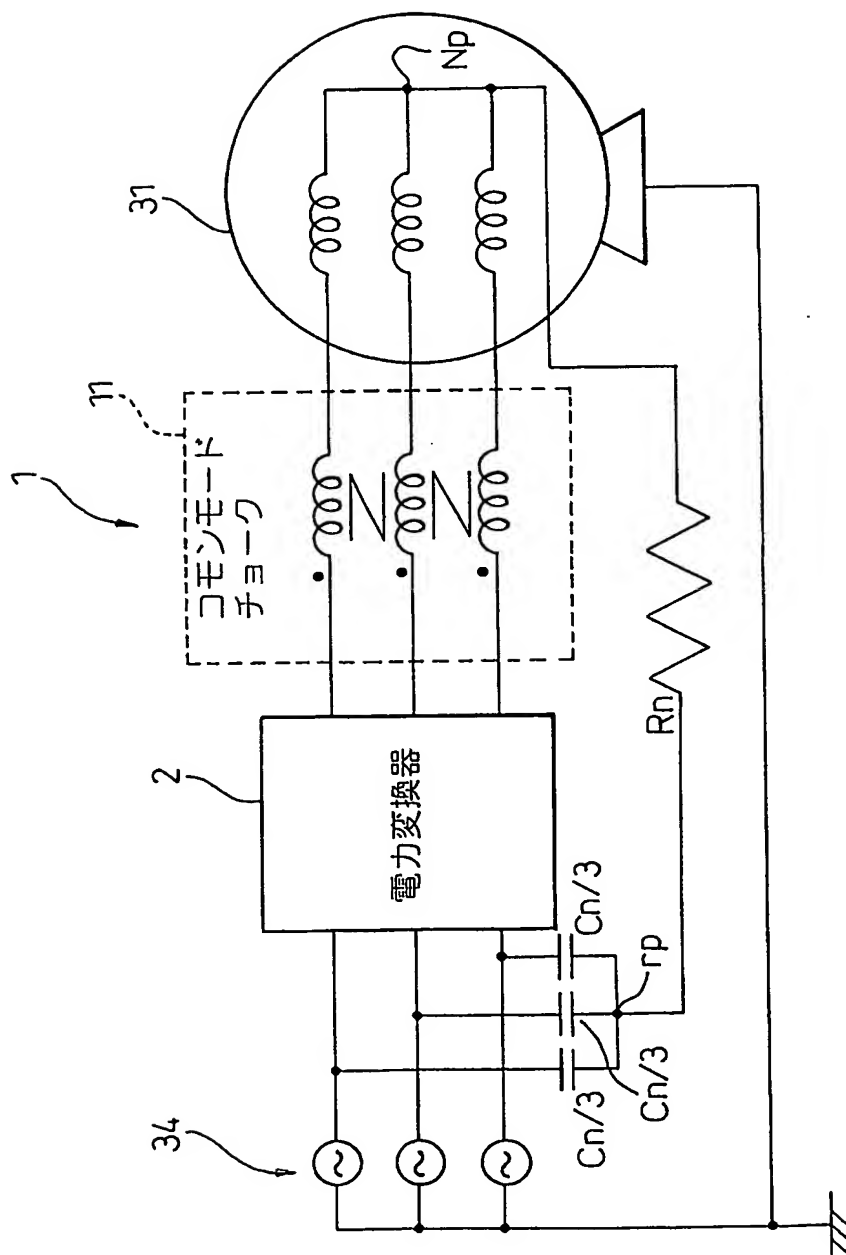


Fig.8

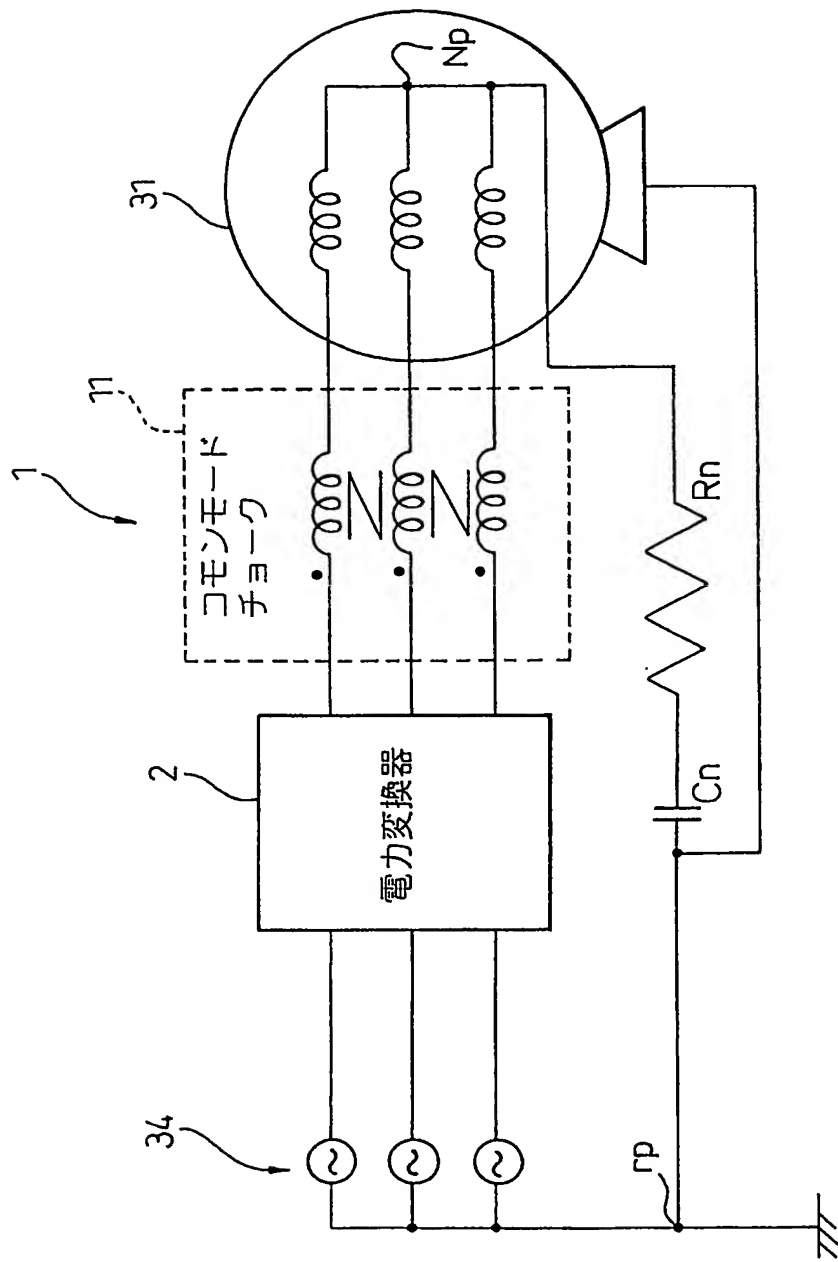




Fig.9

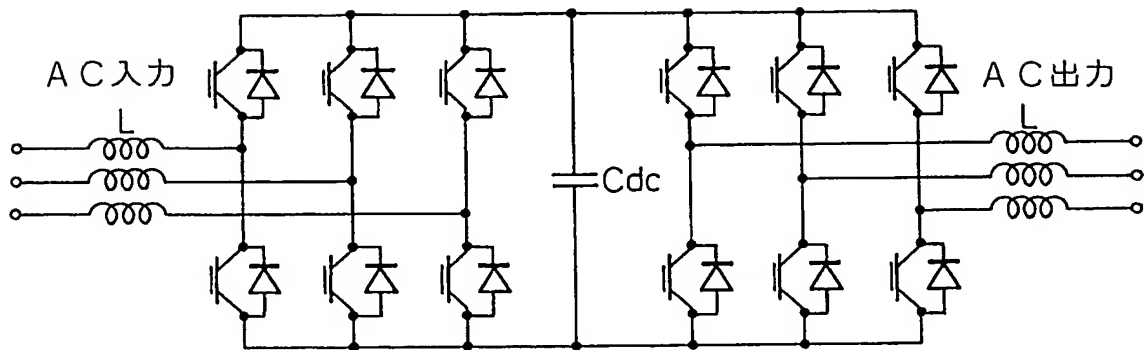


Fig.10

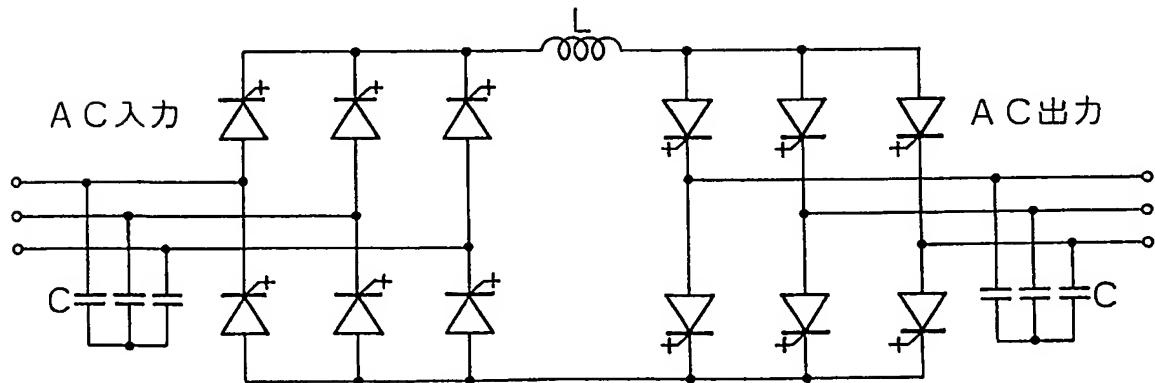
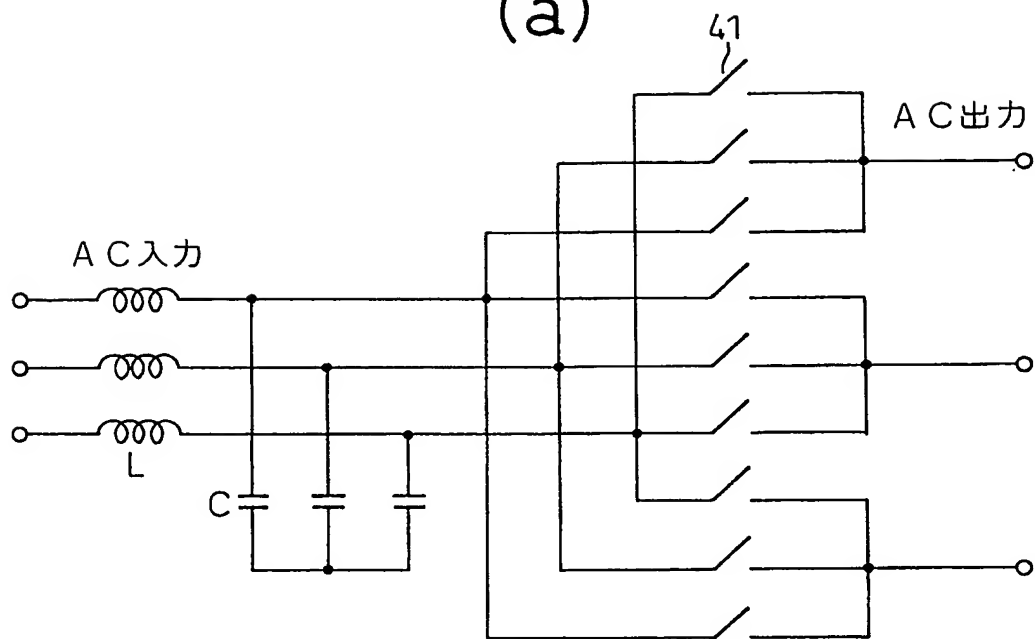


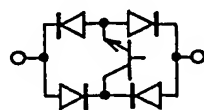
Fig.11  
(a)



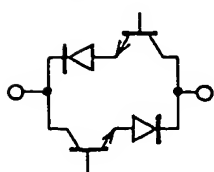
(b)



(d)



(c)



(e)

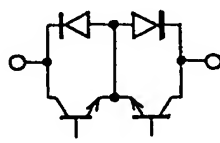


Fig.12

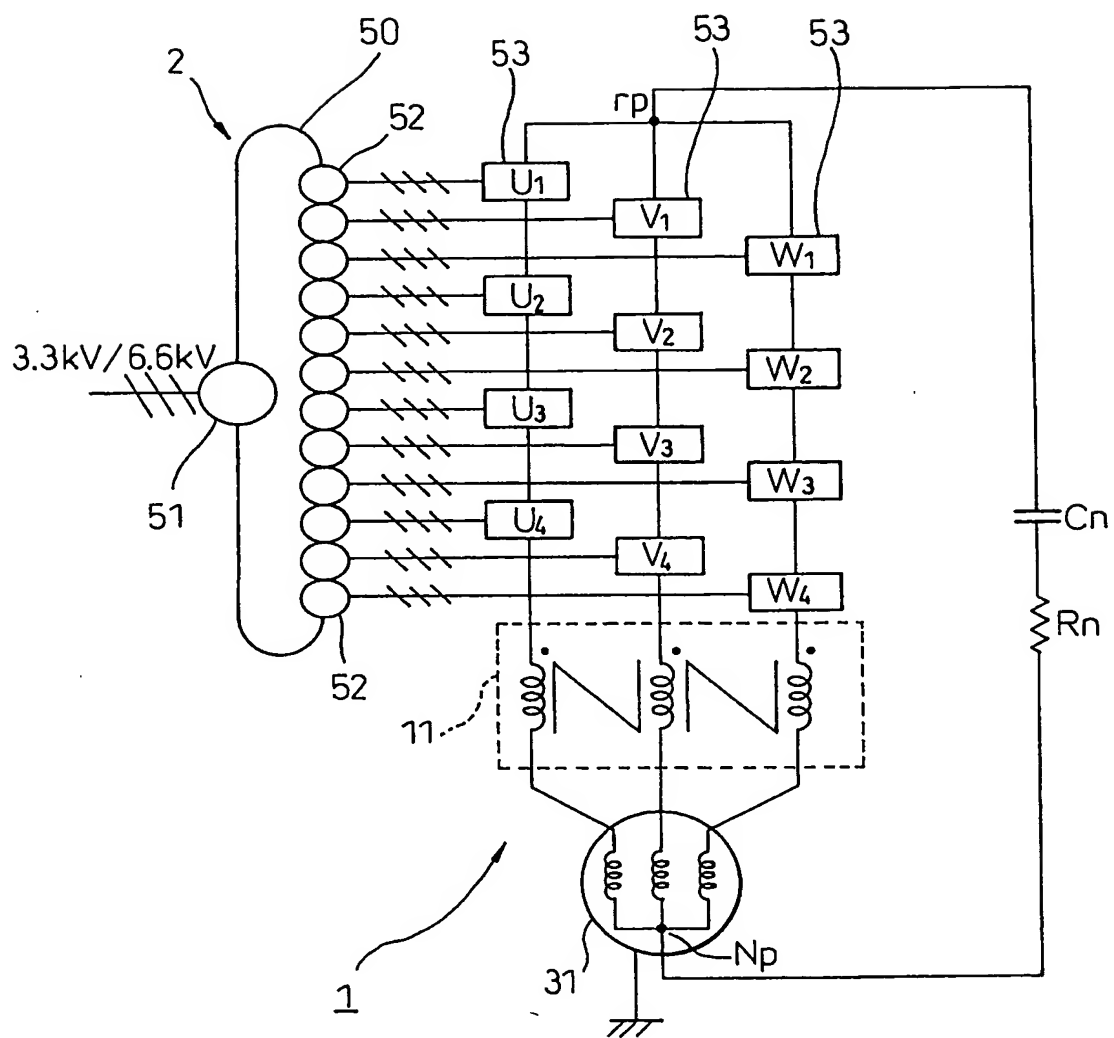


Fig.13

